

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-273696

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M	8/24		H 0 1 M	8/24 R
	8/02			8/02 R
	8/10			8/10

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-71362

(22) 出願日 平成7年(1995)3月29日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 長谷川 泰明

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 藤川 太

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 渡辺 正五

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

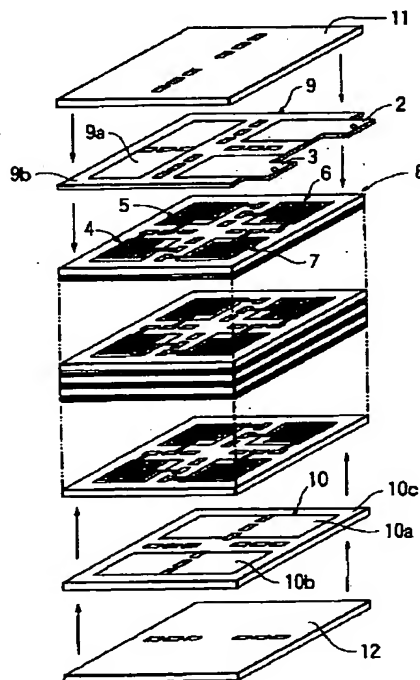
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池スタック構造

(57) 【要約】

【目的】 固体高分子型燃料電池において、生成水の排出効率が良好でかつ、有効にコンパクト化を達成する。

【構成】 反応ガスが燃料電池スタック構造の各セル4～7に導入されると高分子電解質膜を挟むように両面に接合された触媒電極において酸素と水素が反応して酸素ガス通路側において水が生成する。生成した水は、カソード電極すなわち酸素ガス通路内において酸素ガスに同伴してメイン酸素排出通路を介して系外に排出される。この電気化学反応によって電解質膜中に水素イオンが電極に電流が流れ、電力が発生する。そして、電気化学反応で発生した電力は、導電性のセパレータ14、15を介して集合セル構造体8の積層方向に流れる。集合セル構造体8における各セル4～7は絶縁されているので、電流は、1つのセルに関し積層方向に流れ、最終的に燃料電池スタック構造の一端側に設けられた一対の出力端子から電気化学反応による電力を取り出すことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】高分子電解質膜と該高分子電解膜の両側に配置される電極構成部材とから構成される発電素子と、該発電素子に沿って配置され、前記発電素子に供給される反応ガスのためのガス流通路を発電素子との間で画成する導電性材料からなるガス分離部材と、前記発電素子の両側にそれぞれの反応ガスが発電素子に対して供給可能に設けられることによって構成される単位セルを、同一平面内に複数配置させ、これを積層した燃料電池において、前記発電素子を同一平面内に複数配置し、これらの発電素子を互いに絶縁する絶縁手段を介して一本化した発電素子集合体と、それぞれの発電素子に対応する複数の面状の導電性部材にガス流路を形成しかつこれらを絶縁する絶縁手段とを一体化したガス分離部材を、前記発電素子集合体の発電素子に面状導電部材を接触させて集合セル構造体を構成し、これを積層したことを特徴とする燃料電池スタック構造。

【請求項2】前記絶縁手段は、前記発電素子と一体化された第1絶縁部材と、前記ガス分離部材と一体化された第2絶縁部材とを備えており、該第1及び第2絶縁部材とが協働して絶縁手段を構成するとともに、第1及び第2絶縁部材を貫通して積層される前記各構造体におけるセルに反応ガスを供給するためのガス供給通路が設けられたことを特徴とする燃料電池スタック構造。

【請求項3】前記第1絶縁部材は、前記セル内を流通するガスを遮断するガスシール部材を備えたことを特徴とする請求項2記載の燃料電池スタック構造。

【請求項4】前記ガス分離部材は、1つのセルに対応して該セル内を循環するガスが流通する単一の連続ガス流通路を画成するための凹部を備えていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池スタック構造。

【請求項5】前記ガス流通路は、前記複数のセルが平面状に配置される構造体において、前記分離部材及び絶縁手段を介して前記複数のセルに単一のガス流通路が形成されたことを特徴とする燃料電池スタック構造。

【請求項6】前記ガス分離部材は、部分的に導電性及び部分的に絶縁性繊維複合部材であって、プレス成形によってガス流通路を備えた構造に仕上げられることを特徴とする燃料電池スタック構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、固体高分子型燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】固体高分子型燃料電池は、一般的に、水素イオン導電性の固体高分子を白金触媒を担持したカーボン電極で挟み込んで構成される発電素子すなわち固体

高分子-電極接合体及び反応ガスを供給するためのガス通路溝が設けられ、発電素子を両側から支持するガス分離部材とを積層した構造を有する。そして、一方の電極に燃料ガスを供給し、他方の電極に酸化剤ガスを供給して、燃料ガスの酸化にかかる化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換することによって電気エネルギーを抽出するようになっている。燃料電池において、水素と酸素による電気化学が生じると電流の発生とともに、カソード側に水が生成する。そして、固体高分子型燃料電池においては、他の燃料電池と比較して動作温度が低いため発生した水が凝縮し、ガス通路の壁面及び電極が濡れるとともに、この壁面及び電極に次々と生成水が成長して水滴となりこれが成長してガスの流れ及び電極内のガスの拡散を阻害するようになるとセル内において部分的に燃料ガスと酸化剤ガスとの電解反応が生じにくくなり、この結果、燃料電池の出力が低下するという現象が生じる。

【0003】従来のガス通路の構成は、たとえば、米国特許第4、988、583号公報に開示されるようにセル内にガス供給口とガス排出口とを連絡する1本のガス通路が平面視において蛇行しながらガス分離板が電極と接する部分の全面にわたって設けられる。そして、生成した水を通路を流通するガスの流れによりガスに同伴せしめてガス通路から排出するようになっている。また米国特許第4、769、297号公報に開示されるように、カソード側電極で生成した水を排出するために電極の背面側に多孔質プレートを設置し、多孔質プレートを介して生成した水を排出するように構成することが知られている。従来の燃料電池は、上記のような発電素子としての電解質膜とこの両側に配置される触媒電極と、さらにこの両触媒電極を挟んで両側に設けられるガス分離部材とからなるセルは、単一の構成では、工業的用途に活用できるような十分な電圧電流を発生しないので、通常は、このセルを1つの構成単位として多段に積層することによって所望の電圧、電流を確保するようになっている。しかし、積層単位を、単一のセルからなる構造にすると、燃料電池が大型化するとともに、発生させる電流または、電圧の自由度が低いという問題がある。

【0004】このような観点から例えば、特開平6-052881号公報は、同一平面内に複数のセルを配置した集合セル構造体を積層した固定電解質型燃料電池を開示している。同一平面内に複数のセルが設けられる構造にすると、同じ大きさにした場合、セルの構成数が増大するために接続方法を適宜設定することによって、高電圧高電流型あるいは、低電圧高電流型とすることができるといふ利点がある。

【0005】

【解決しようとする課題】しかし、上記特開平6-052881号に開示される燃料電池は、高温作動する固体

電解質型であって、本発明にかかる低温作動型固体高分子型燃料電池とは作動条件が異なり、該従来技術の構造を本発明にかかる形式の燃料電池に適用することはできない。すなわち、特開平 6 - 0 5 2 8 8 1 号にかかる燃料電池では、作動温度が水の沸点以上であるので、電解質膜表面に生成する水は蒸気となるため、その排水構造を考慮する必要はない。一方、本発明にかかる低温作動型の固体高分子型電解膜燃料電池においては、上記したように電気化学反応によって発生した生成水の除去すなわち排水構造の構成が重大な問題となる。また、上記公報に開示された構成では、ガス分離部材は、高温に耐えられるようにセラミック等が使用されており、このセラミック材料は一般に不良導体であるため反応による発生電流を集電するために特別の集電体をガス分離部材に担持する必要がある。一方、本発明が対象とする形式の固体高分子型燃料電池では、上記ガス分離部材を炭素材料などの導電性材料を使用するものとは基本的に構成の仕方が異なるものである。

【0006】本発明は、固体高分子型燃料電池において、生成水の排出効率が良好でかつ、有効にコンパクト化を達成することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は以下のように構成される。すなわち、本発明の固体高分子型燃料電池は、高分子電解質膜と該高分子電解質膜の両側に配置される電極構成部材とから構成される発電素子と、該発電素子に沿って配置され、前記発電素子に供給される反応ガスのためのガス流通路を発電素子との間で画成する導電性材料からなるガス分離部材と、前記発電素子の両側にそれぞれの反応ガスが発電素子に対して供給可能に設けられることによって構成される単位セルを、同一平面内に複数配置させ、これを積層した燃料電池において、前記発電素子を同一平面内に複数配置し、これらの発電素子を互いに絶縁する絶縁手段を介して一本化した発電素子集合体と、それぞれの発電素子に対応する複数の面状の導電性部材にガス流路を形成しかつこれらを絶縁する絶縁手段とを一体化したガス分離部材を、前記発電素子集合体の発電素子に面状導電部材を接触させて集合セル構造体を構成し、これを積層したことを特徴とする。

【0008】前記絶縁手段は、前記発電素子と一体化された第1絶縁部材と、前記ガス分離部材と一体化された第2絶縁部材とを備えており、該第1及び第2絶縁部材とが協働して絶縁手段を構成するとともに、第1及び第2絶縁部材を貫通して積層される前記各構造体におけるセルに反応ガスを供給するためのガス供給通路が設けられる。前記第1絶縁部材は、前記セル内を流通するガスを遮断するガスシール部材を備えている。好ましい態様では、前記ガス分離部材は、1つのセルに対応して該セル内ガスが流通する少なくとも1つの連続ガス流通路を

画成するための凹部を備えるとともに、ガス流通路は、前記複数のセルが平面状に配置される構造体において、前記分離部材及び絶縁手段を介して前記複数のセルに少なくとも1つのガス流通路が形成される。ガス分離部材は、部分的に導電性及び部分的に絶縁性の繊維複合部材であってプレス成形などの方法でガス分離溝を備えた構造に仕上げられることができる。すなわち、ガス通路を同時成形することができる。たとえば、導電部分に対応する部分には、カーボン粒子または繊維を配合した複合部材を配し、絶縁部分に対応する部分には、カーボン粒子を含まない非導電性材料のみを配し、これに結合剤をいれてプレス成形することによって、ガス通路のための凹部を有するガス分離部材を一体成形することができる。

【0009】

【作用】本発明の固体高分子型燃料電池は、高分子電解質膜及び両側に電極構成部材を備えた発電素子とこの両側に配置されるガス分離部材とを含むセルを積層状態にして構成されるが、一段の積層単位である構造体には、複数のセルが組み込まれている。そして、積層された構造の燃料電池すなわち、スタック構造の燃料電池において、反応ガスの供給通路及び、冷却水通路は、そのスタックの積層方向に沿って設けられる。すなわち、各積層構造体を貫通する方向に設けられる。各セル内においてガス通路は電極面に沿って且つ例えば蛇行しつつ極力広い範囲にわたって電極面にガスが接触し、電気化学反応が効果的に生じるように形成されている。この場合、一つの集合セル構造体には、複数のセルが平面状に配置されており、通常は、反応ガスの供給、排出及び冷却水通路は、各セルについて設けられる。好ましい態様では、ガス通路、冷却水通路を共通化して、一本のガス通路、冷却水通路、が当該集合セル構造体にある全てのセルを巡るように設けることもできる。いずれにしても、電気化学反応に供する酸素及び水素ガスが互いに高分子電解膜の両側から対向方向に該電解質膜の面にまんべんなく供給されるようになっている。

【0010】上記のように、本発明の特徴は、1つのセル構造体には、互いに絶縁状態で複数のセルが同一平面上に設けられることである。この場合、上記セルは、電気化学反応によって生じた電気に関して互いに独立して構成される。したがって、上記のようにスタック構造の燃料電池において、メインガス通路及びメイン冷却水通路は、積層方向に各構造体を貫通して設けられ、各構造体へのガス供給、排出通路及び冷却水通路が該メインガス供給排出通路及び冷却水通路に対して、直交する面内に延びる。電解反応ガス及び冷却水の各セルへの供給、排出系統は独立あるいは共通に設けることもできる。独立して設ける場合には、本発明で複数のセルを集合化した構造体としたことで、各セルに対応するガス供給通路、冷却水通路が必要となるが、このメイン通路のレイ

アウトを集約して各セルを区切る境界部に設けることによって、全体構造をコンパクトにすることができる。各ガス、冷却水通路は、1つの構造体にある複数のセルに対して共通に設けられる場合には、各構造体に関し、それぞれ1つの水素供給口、1つの水素排出口、1つの酸素供給口、1つの酸素排出口、1つの冷却水入口及び1つの冷却水出口が設けられる。このように複数のセルに対して、反応ガス及び冷却水の通路を共通に設けることによって、各集合セル構造体を小さくすることができ、ひいてはスタック構造全体をコンパクトにすることができる。

【0011】そして、本発明にかかる燃料電池においては、ガス分離部材は導電性であるので、各セルにおける電気化学反応によって発生した電流は、ガス分離部材の畝部を介してこれと当接する異なる集合セル構造体のセルに流れる。このように、順次、各セルで集電された電力は、当接するセルを介して順次積層方向に流れ、端部の構造体のセルに達する。好ましい態様では、端部の集合セル構造体では、他の中間の集合セル構造体と異なり、一对のセルが同一平面内において、導電状態で配設されている。これによって、端部構造体において電流は同一平面内の他のセルに流れ、その後、該セルから再び順次当接する集合体を介して積層方向に流れるようになっている。このように、本発明にかかる構造では、各構造体が複数のセルを含むので、積層方向に延び、かつ往復するような電流路を確立することができるので、高い電圧を取り出すことも可能である。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。図1には、本発明の1実施例にかかる燃料電池のスタック構造の斜視図が示されている。本例の燃料電池1は、一端部に電気化学反応による電力を取り出すための一对の出力端子2、3が設けられている。図2に示すように、本例の燃料電池1は、4つのセル4、5、6、7を同一平面上に配置した集合セル構造体8を所定枚数積み重ねるとともに、その両端部に一对の集電板9、10とさらにその両側にそれぞれ絶縁体であるエンドプレート11、12を積層して構成される。なお、集電板9は集電部2、3、9aと絶縁部9bが一体化され、また集電板10は集電部10a、10bと絶縁部10cが一体化されて形成され、各セルが直列に接続されて高電圧が取り出せるように構成される。1つの集合セル構造体8は、図3に示すように一枚の発電素子13とこの発電素子13に両側から一对のガス分離部材14、15すなわちガス流通路を形成したセパレータ14、15を張り合わせるようにして図4に示すような1つの集合セル構造体8が構成される。

【0013】本例の構成では、燃料ガスは水素であり、アノード電極側に通される。また、酸化剤ガスは空気または、酸素であり、カソード電極側に通される。1つの

発電素子13は、図5に示すように、田の字状に区分されたその境界部に反応ガス（水素、酸素）及び冷却水のためのメイン通路を構成するための12個の開口16～27がそれぞれが設けられた固体高分子電解質膜28、この電解質膜の両側に上記田の字状に区分されたそれぞれの領域に対応して配置される4つずつの白金粒子を担持した導電体である触媒電極板29～32と、さらにこの外側から一对のガスケット33、34を、高分子電解質膜28を真ん中にして、その両側に触媒電極を配した膜電極接合体に張り合わせるようにして図6に示すような発電素子13を構成する。図7、図8を参照すると、本例においては、図3及び図4に示すように発電素子の両側に、一对の導電体であるセパレータ14、15を組み合わせて集合セル構造体8を構成する。この場合、セパレータ14、15には、田の字状に4つに区分されたセル領域に対応して導電部14a、15aが各セル領域に対応して設けられており、この導電部部分14a、15aには、ガス流通路を構成するための蛇行する一本の凹部35すなわち溝が形成されている。

【0014】1対のセパレータ14、15の間に挟まれる発電素子13の触媒電極29は、ガスケットと一体化した状態で1つの発電素子組立体に組み込まれる。この場合、ガスケット33、34は触媒電極29～32を4つに区分する絶縁枠とても機能している。そして、触媒電極がガスケット33、34に組み込まれたときには、ガスケット33、34の絶縁枠33a、34aと触媒電極29～32との表面が面一になるようになっている。したがって、図4のように一对のセパレータ14、15が発電素子を挟んで両側から圧接されて集合セル構造体8が構成されたとき、該構造体8は一枚の板状になる。そして、触媒電極29の領域には、セパレータ14、15の導電部部分14a、15aが対応し、ガスケット33、34には、セパレータ14、15の絶縁部部分14b、15bの領域が対応して、セパレータ14、15と、発電素子13とは水密及び気密に重ねられることによって上記集合セル構造体8を構成する。上記のように、セパレータ14、15の導電部分14a、15aには、触媒電極面29～32との間でガス流通路を画成するための35溝が該触媒電極面上を蛇行するように設けられているが、図9は、板状の集合セル構造体の一つの面から上記の溝の配置状況について概念的に示すものである。図9において、上記のように、4つのセル4～7が設けられており、1つの水素供給用メイン通路16から2つのセル4、7の水素通路36a、37aに水素が供給されるようになっており、2つの水素の通路36a、37aの排出口が他の2つのセルの36b、37bと共にメイン水素排出通路17あるいは21に通じている。また、酸素について1つの酸素供給用メイン通路18から2つのセル4、7に酸素通路38a、39aに酸素が供給されるようになっており、2つのセル4、7か

らの排出酸素が他の2つのセル38b、39bと共に酸素排出用メイン通路19、あるいは23に排出されるようになっている。このように2つのセル4、7及び5、6がそれぞれ水素及び酸素の供給排出系について共通化されている。また、冷却水については、図示していないが同様の共通化が図られている。この場合図に示すように、水素、酸素、冷却水の各メイン通路16~27は、セルを区分する境界領域内に設けられている。これによって、境界領域を有効に活用することができ、スタック構造のコンパクト化を促進することができる。

【0015】なお図において、実線は図示の表側の面に設けられていることを示し、破線は、裏面側に設けられていることを示す。したがって、水素を例にとると図9に示すように、一方のセル7に対しては表側に、他方のセル4に対しては、裏面側から導入されるように共通化が行われている。冷却水の供給排出についても同様な構成であるが、2段乃至3段の集合セル構造体の積層ごとに設けられる。すなわち、数段の集合セル構造体を積層した段階で導電性ガス分離部材14、15と同質材料の冷却水通路配設部材を重ね合わせ、ガス流通路同様の方式で電解領域をまんべんなく冷却するように冷却水通路を設ける。本例のガス分離部材14、15は、導電性、水密性かつ気密性の材料たとえば、樹脂含浸カーボンやCFRP、アモルファスカーボンなどで構成される。好ましくは射出成形あるいは型成形によって一体的に構成される。セパレータ導電体部分14a、15aには形成されるガス流通路に対応する部分として、上記凹部35が形成されるが、これと対照的に形成される畝部すなわち凸部40の表面は、触媒電極表面に密着状態となり、集電部を構成する。この集電部は、発電素子素子を介して連続的に接続されることになる。

【0016】以上の構成において、上記反応ガスが燃料電池スタック構造の各セル4~7に導入されると高分子電解膜において酸素と水素が反応して水素ガス通路内において水が生成する。生成した水は、カソード電極すなわち酸素ガス通路内において酸素ガスに同伴してメイン酸素排出通路を介して系外に排出される。この電気化学反応によって電解質膜中に水素イオンが流れ、集電部間で電流が流れ、電力が発生する。そして、電気化学反応で発生した電力は、導電性のセパレータ14、15を介して集合セル構造体8の積層方向に流れる。この場合、集合セル構造体8における各セル4~7は絶縁されているので、電流は、1つのセルに関し積層方向に流れ、つぎに、端部にある導電性板において、同一平面上において隣接するセルの方向にながれ、次に、該セル上に積層されている各セルを積層方向に流れ、さらに反対側の端部において、隣接する別のセルに流れる。このようなメカニズムで最終的に燃料電池スタック構造の一端側に設けられた一対の出力端子から電力を取り出すことができる。図10を参照すると、本発明の他の実施例が

示されており、本例の構造では、セパレータの周囲の絶縁枠14b、15bの一部が開放状態で構成され、その部分には導電体部分が14a、15a外部に露出している。このようにすることによって、任意に場所において、適正に反応が生じているかどうかを計測することができる。

【0017】さらに図11を参照すると、本発明のさらに他の実施例にかかる集合セル構造体の構造の概略図が示されている。本例の構造では、ガス供給、排出、冷却水供給、排出のメインがさらに集約され、一つの集合セル構造体に配置された4つのセル4~7の全てに対して共通に設けられている（表側のみ示す）。すなわち、水素ガスの供給通路16、排出通路17、酸素ガスの供給通路18、排出通路19、冷却水供給24、排出通路25がそれぞれ1つずつ設けられるだけである。これによって、集合セル構造体の境界部の面積をさらに小さくすることができ、したがって、燃料電池スタック構造全体をさらにコンパクト化することができる。なお上記例では、田の字状に4つのセルを集合セル構造体に組み込んだ例について説明したが、これに限られるものではなく、同一平面上に複数のセルを組み込みこれを互いに絶縁状態に配列した構成について広く適用することができる。なお、各セルは電気的に絶縁状態にすれば本発明の目的を達成することができるものであり、反応ガス、冷却水の供給排出系は、必ずしも独立に設けることはないことは上記の説明から明らかであろう。

【0018】

【発明の効果】上記したように、本発明では、固体高分子電解質膜燃料電池において、生成水の排出がガス通路を介してスムーズに行われるとともに、導電性セパレータを配設したことによって、特別に集電機構を設けることなく、電気化学反応により発生した電力の集電効率を高めることができる。さらに、本発明では、同一平面上に複数のセルを構成したので、均一な電気化学反応を容易に行わせることによって、反応効率を高めることができるとともに、その接続方法を適宜選択することによって、高電圧型あるいは高電流型など電力の取り出しの自由度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例にかかる固体高分子型燃料電池のスタック構造の斜視図、

【図2】図1の燃料電池のスタック構造の分解斜視図、

【図3】集合セル構造体の分解斜視図、

【図4】集合セル構造体の斜視図、

【図5】発電素子の分解斜視図、

【図6】発電素子の斜視図

【図7】図4の線A-Aに沿った位置において、集合セル構造体の構成部材を分解状態で示す断面図、

【図8】集合セル構造体の断面図、

【図9】集合セル構造体の平面図、

【図10】本発明の他の実施例にかかる集合セル構造体の平面図、

【図11】本発明のさらに他の実施例にかかる集合セル構造体の平面図である。

【符号の説明】

1 燃料電池、

2、3 出力端子、

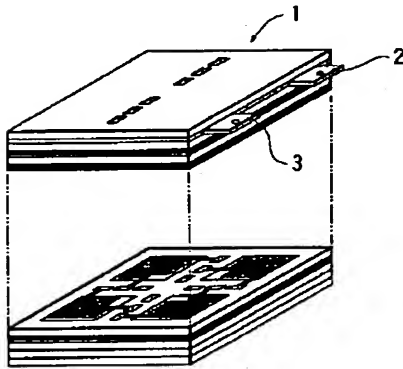
4、5、6、7 セル

8 集合セル構造体、

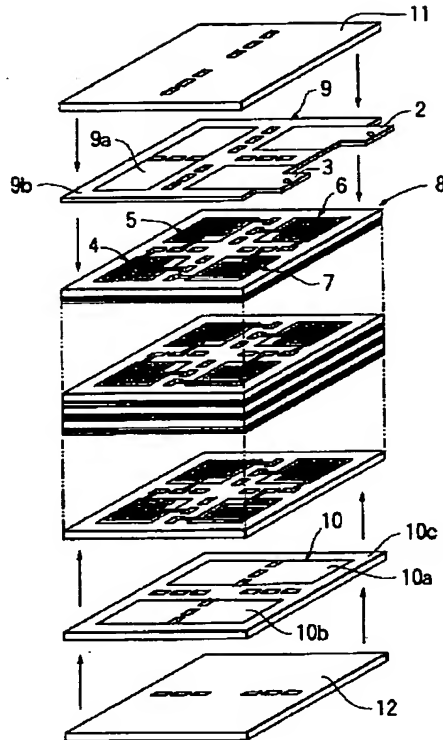
13 発電素子、

14、15 ガス分離部材。

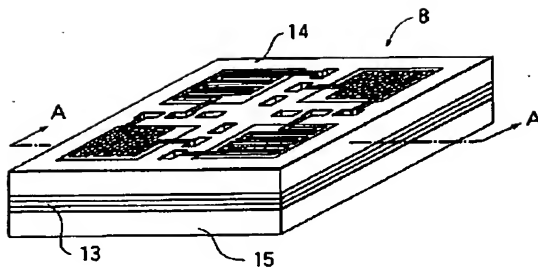
【図1】



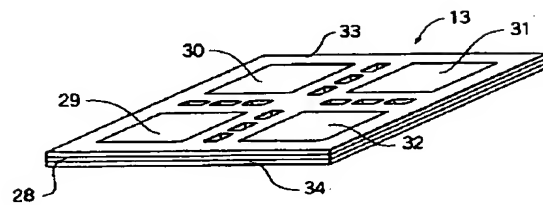
【図2】



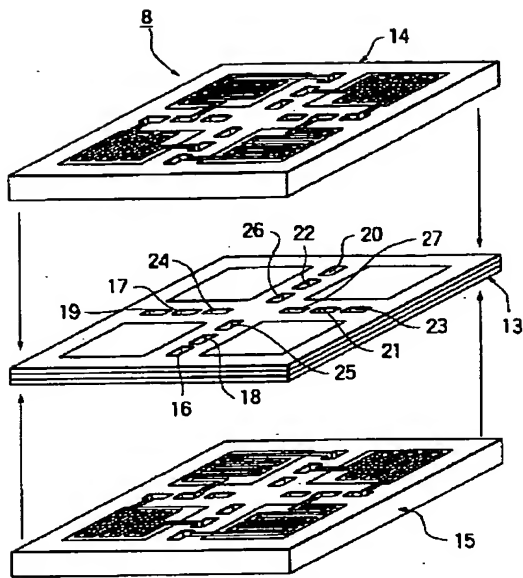
【図4】



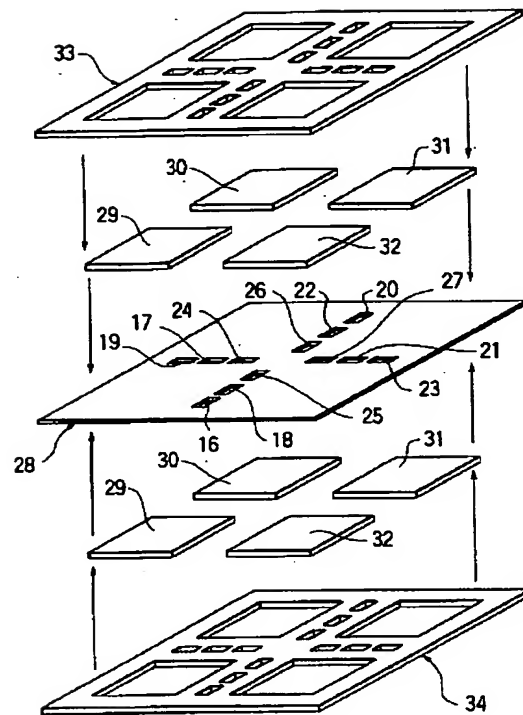
【図6】



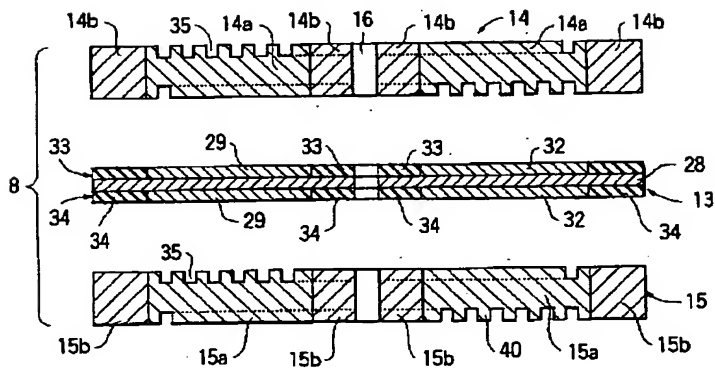
【図 3】



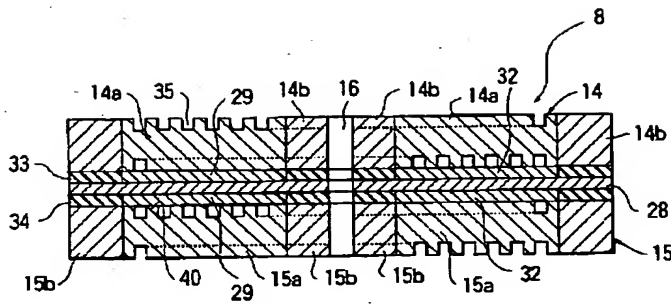
【図 5】



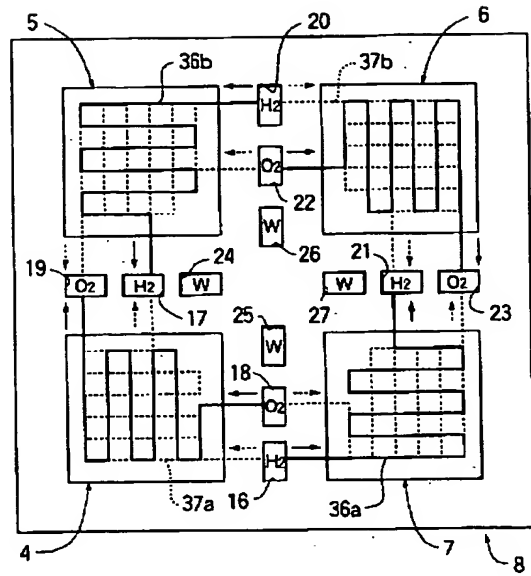
【図 7】



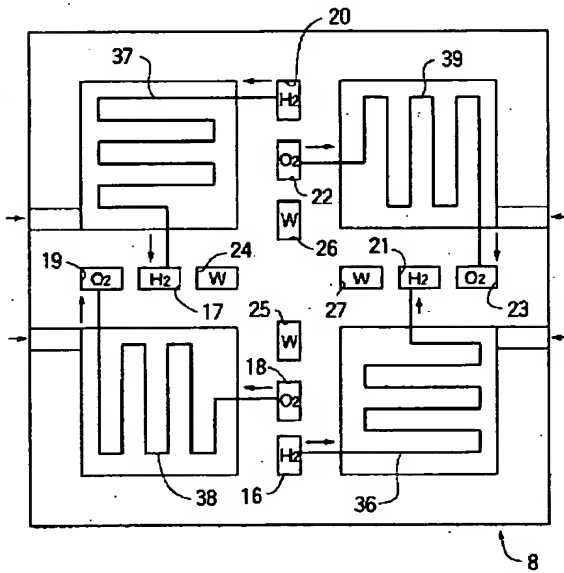
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

